
晶圆级二维MoTe₂赋能高灵敏宽波段集成红外光探测器

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/22242.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

晶圆级二维MoTe₂赋能高灵敏宽波段集成红外光探测器。覆盖短波、中波到长波红外的宽波段探测在科学研究和广泛的工业技术应用(包括目标识别、成像、远程监测和气体传感)等众多领域均发挥着重要作用。目前，成熟商用红外光电探测器主要以In_{1-x}Ga_xAs、InSb和Hg_{1-x}Cd_xTe等传统窄带隙半导体为主，分别工作在短波红外(SWIR, 1-3 μm)、中波红外(MWIR, 3-6 μm)和长波红外(LWIR, 6-15 μm)波段。这些光电探测器不仅依赖于昂贵且耗时的材料生长工艺和复杂的加工程序，而且还受到高功耗的低温冷却条件的制约。此外，一些技术挑战，如互补金属氧化物半导体(CMOS)兼容性差和模组尺寸大，效率低，严重阻碍了红外探测性能的提升和应用领域的拓展。因此，研究人员寻找具有良好光电性能，且低成本、易于集成和制备的新型红外吸收材料。由于其无间隙电子结构和线性能量色散关系，二维拓扑半金属成为宽波段红外探测的理想候选材料。然而，受限于制备工艺，目前制备的二维半金属产量低、微米级样品尺寸、低电荷分离效率，高噪声水平和集成难度大，极大限制了其在红外探测领域的应用。

近日，郑州大学吴翟和李新建教授、加州大学圣地亚哥分校曾龙辉研究员和苏州大学揭建胜教授展示了一种简单原位金属转化的范德华生长工艺，成功实现了2英寸级二维MoTe₂的可控制备。同时，利用该生长工艺在Si上合成了II型Weyl半金属1T'-MoTe₂，从而实现了1T'-MoTe₂/Si垂直肖特基结的原位构建。高质量的肖特基结界面、垂直器件结构和顶部石墨烯电极保证了载流子的高效输运，并减少了载流子复合，使得该探测器实现了宽达10.6 μm的超宽波段探测范围和在中红外区域超过108 Jones的室温比探测率。此外，得益于晶圆级大面积二维MoTe₂，成功构建了集成阵列器件，实现了高分辨率非制冷中红外成像。

图1 二维MoTe2合成示意图及2英寸样品照片

在本研究中，通过原位金属转化范德华生长法将预先沉积的Mo膜转化为二维MoTe₂。通过控制生长时间，可以分别得到2英寸级二维1T'(半金属)和2H(半导体)相MoTe₂样品，具有良好的大面积均一性和高结晶质量。得益于简单的生长策略，二维MoTe₂的厚度可以通过初始Mo膜的厚度精确控制，实现从少层到厚膜的连续调控。

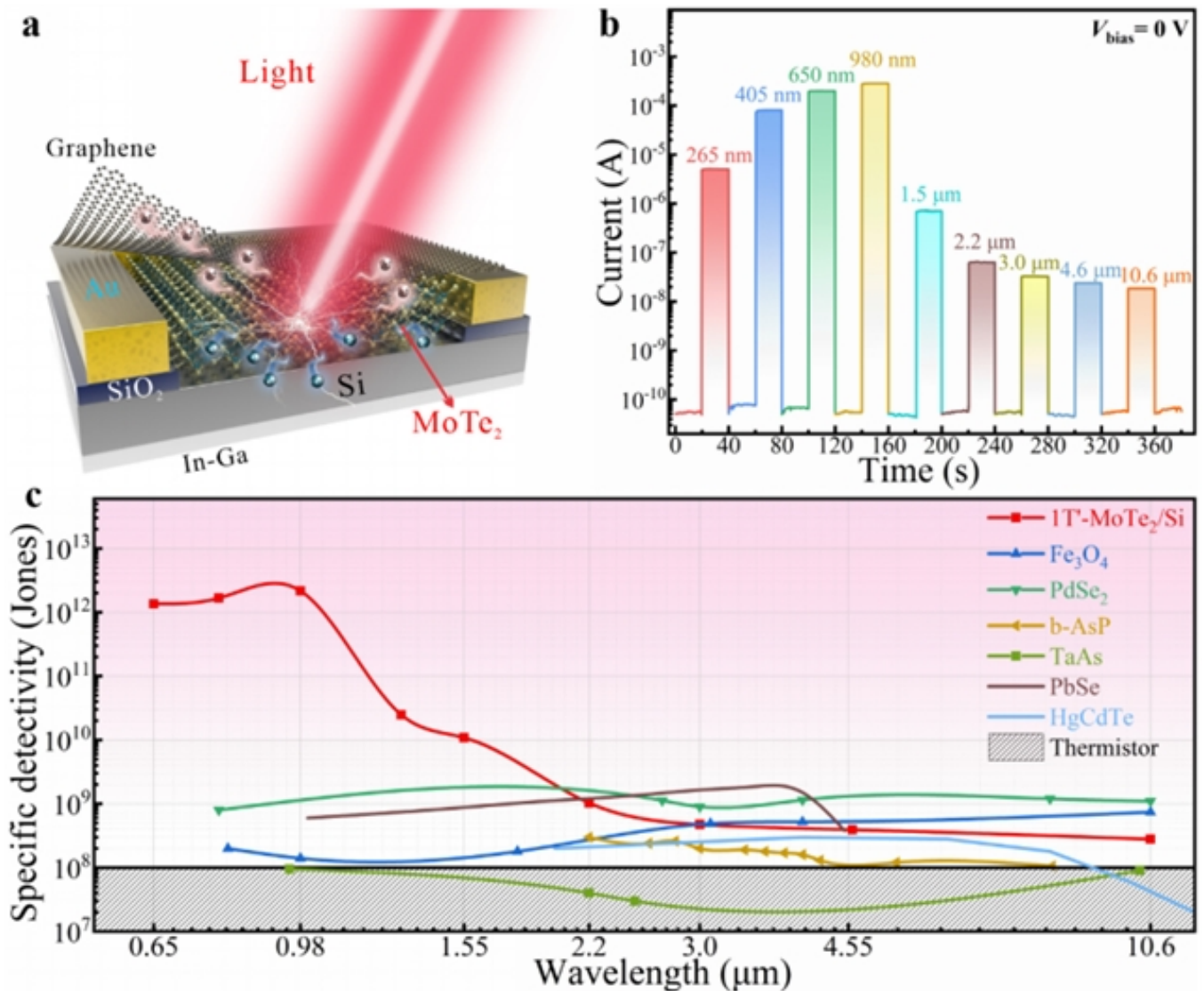


图2 a

Graphene/1T'-MoTe₂/Si肖特基结器件示意图。b器件在零偏压下对不同波长光信号的响应。c 室温下器件比探测率和其它器件对比

晶圆级二维MoTe₂为高灵敏光电器件的制备提供了更大的灵活性。通过在Si衬底上原位生长1T'-MoTe₂原位制备了高质量的1T'-MoTe₂/Si垂直肖特基结器件。为了保证高效的载流子收集，选择单层石墨烯作为顶部透明电极。该器件展现出高灵敏、自驱动、超宽波段探测性能，其探测波长覆盖了从深紫外265 nm至长波红外10.6 μ m。同时，该探测器还展示出在中红外波段超过10⁸ Jones的室温比探测率，优于大部分二维红外探测器和一些传统红外探测器。

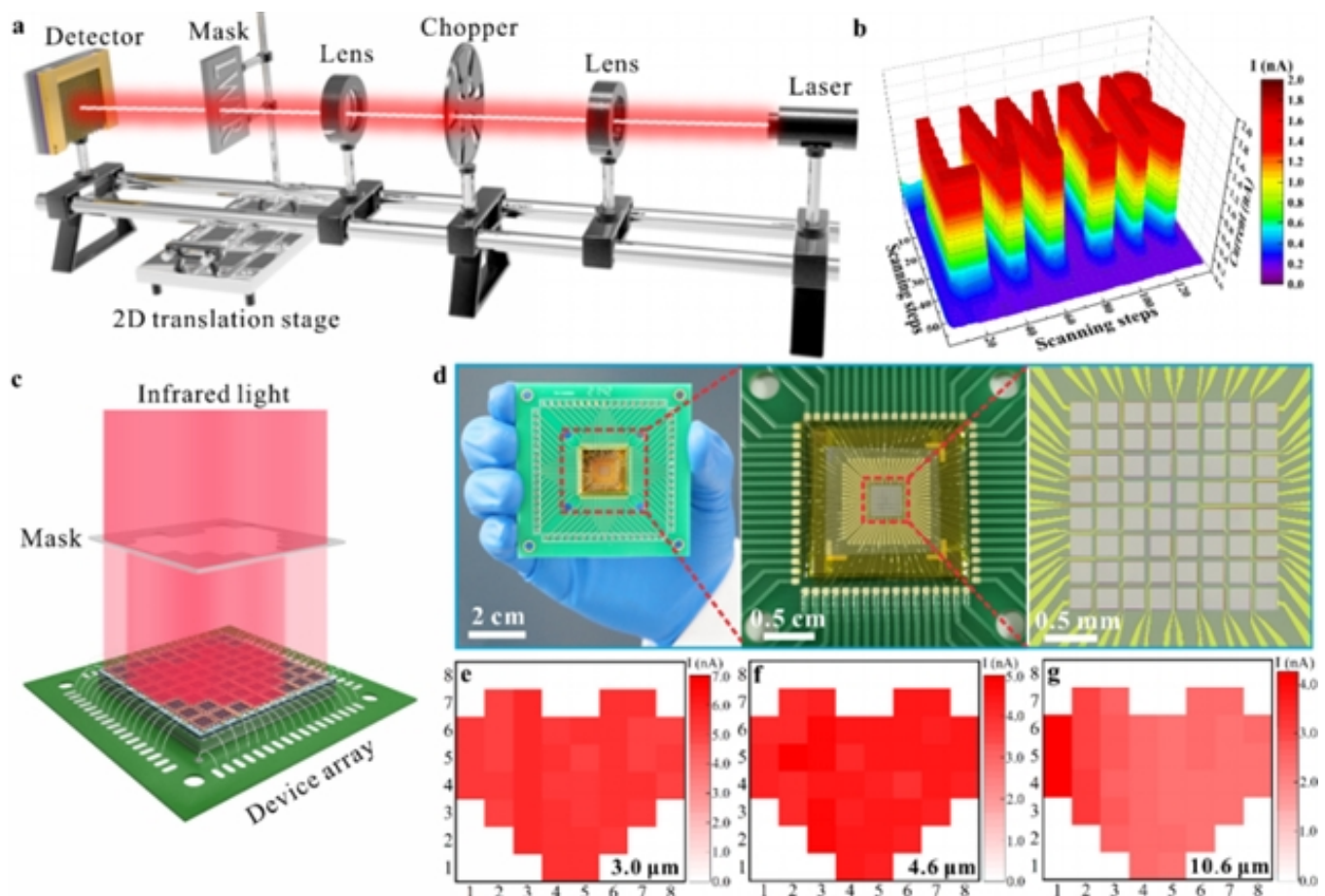


图3 单像素和 8×8 集成阵列器件室温中长波红外成像

基于光电探测器优异的室温红外探测能力，研究人员进一步展示了Gr/1T'-MoTe₂/Si肖特基结器件的室温红外成像能力。首先通过单像素扫描光电流成像系统获得了探测器在室温10.6 μm 红外光照下对LWIR图案的光电流映射图像，该图像具有较大的电流对比度和清晰的边缘。此外，研究人员进一步研制出1T'-MoTe₂/Si肖特基结 8×8 集成阵列器件，并应用于红外成像应用，在室温3.0 μm 、4.6 μm 和10.6 μm 的红外光照射下，获得了对心形图案的高分辨率成像结果。卓越的室温成像能力和良好的阵列器件性能均一性证实了它在室温中红外成像应用中的巨大前景。

本项工作中所展示的原位金属转化范德华生长法可以拓展到过渡金属硫化物、硒化物和碲化物，以及其它二维材料体系。这种与硅工艺兼容的晶圆级二维材料制备工艺显示出在下一代低功耗和低成本的硅CMOS系统中的巨大潜力，将极大推动二维材料在光电器件与集成系统中的应用。

该研究成果以Phase-Controlled van der Waals Growth of Wafer-Scale 2D MoTe₂ Layers for Integrated High-Sensitivity Broadband Infrared Photodetection为题发表在《Light: Science Applications》。(来源：LightScienceApplications微信公众号)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-022-01047-5>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性;如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权

等法律责任;作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜, 请与我们接洽。

作者: 吴翟等 来源: 《光: 科学与应用》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有, 请勿用于商业用途, [爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发